



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA – UnICEUB
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO E SAÚDE
CURSO DE NUTRIÇÃO

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DO SUCO DE BETERRABA COMO RECURSO
ERGOGÊNICO VASODILATADOR PARA MELHORAR FUNÇÃO
CARDIORRESPIRATÓRIA E DESEMPENHO DE ATLETAS.**

ALUNA: SARAH GLEICE LUCAS DA SILVA
ORIENTADORA: PROF.^a MS. MICHELE FERRO DE AMORIM CRUZ

Brasília, 2018

1 INTRODUÇÃO

A nutrição é uma ciência que estuda como melhorar a alimentação de cada indivíduo para que esse possa ter uma vida mais saudável através do alimento. No âmbito do esporte, a nutrição esportiva tem como objetivo melhorar o desempenho esportivo do atleta através da alimentação, dando ênfase no tipo de esporte praticado. Visando melhora do desempenho e êxito dos atletas, muitos profissionais recorrem ao uso de recursos ergogênicos como suplementos nutricionais para atingir as necessidades dos nutrientes, porém, é necessário que sua utilização seja feita mediante uma avaliação nutricional que demonstre a real necessidade de uso, uma vez que o uso desnecessário pode acarretar prejuízos à saúde do usuário (NASCIMENTO, 2016).

Produtos descritos como suplementos têm diversas atuações, incluindo a gestão de micronutrientes, fornecimento de energia e macronutrientes, além de prometerem benefícios diretos e indiretos para desempenho como suporte em regimes de treinamentos intensos. Porém, atualmente, o uso de suplementos nutricionais é realizado indiscriminadamente em todos os níveis do esporte (MAUGHAN, 2018).

De acordo com Maughan et al (2018), os suplementos são caracterizados como: um alimento, componente alimentar, nutriente ou composto não alimentar que é propositadamente ingerido além da dieta consumida habitualmente com o objetivo de alcançar uma saúde específica e / ou melhorar o desempenho.

Atualmente a suplementação é muito comum em academias e no meio desportivo e é realizada por atletas e praticantes de atividade física. A maior parte dos suplementos são consumidos sem prescrição médica ou acompanhamento nutricional, o que pode ser prejudicial à saúde, além de não apresentarem respaldo científico suficiente para garantir sua eficácia (GUERRA, 2015).

Suplementos que alegam melhorar direta ou indiretamente desempenho são tipicamente o maior grupo de produtos comercializado para atletas, mas apenas alguns (incluindo cafeína, creatina, agentes tamponantes específicos e nitrato) têm boa evidência de benefícios. No entanto, as respostas são afetadas pelo cenário de uso e pode variar amplamente entre indivíduos por causa de fatores que incluem a genética, microbiota intestinal e dieta habitual (MAUGHAN, 2018)

O óxido nítrico (ON) é um composto relacionado com o aumento do fluxo sanguíneo, aumento das trocas gasosas, biogênese mitocondrial, eficiência, e fortalecimento da contração muscular. Com objetivo de melhorar o desempenho esportivo e alcançar mais resultados, muitos atletas fazem uso da suplementação nutricional de suco de beterraba, ou de outros alimentos com alta quantidade de óxido nítrico (DOMINGUEZ, 2018).

A suplementação com suco de beterraba apresenta um composto conhecido como nitrato (NO_3^-). A suplementação dietética de nitrato tem sido frequentemente estudada por fornecer benefícios no exercício prolongado, exercício de força submáxima, treino intermitente e nos exercícios de curta duração. O mecanismo de ação do óxido nítrico (NO) depende da disponibilidade da via NO_3^- -nitrito-NO, a qual desempenha um papel importante na modulação da função do músculo esquelético. O nitrato aumenta a performance aprimorando a contração das fibras musculares de tipo II, utilizando menor quantidade de ATP para realizar a mesma quantidade de força do músculo, melhorando eficiência respiratória mitocondrial, aumentando fluxo sanguíneo no músculo e diminuindo VO_2 (MAUGHAN, 2018).

Com base no exposto e considerando a relevância do tema, este estudo objetivou analisar os efeitos da suplementação com suco de beterraba, fonte exógena de óxido nítrico, como recurso vasodilatador para melhorar o desempenho físico de atletas.

2 METODOLOGIA

2.1 Desenho do estudo

Trata-se de um estudo de revisão sistemática de literatura.

2.2 Coleta de dados

Para coleta de dados do presente estudo foi realizada uma consulta por artigos científicos nas bases de dados Scielo, LILACS, PubMed e Medline utilizando os seguintes descritores: nitrato/nitrate, óxido nítrico/oxid nitric beterraba/beetroot e desempenho/performance, todos cadastrados nos Descritores em Ciências da Saúde criados pela Biblioteca Virtual em Saúde desenvolvido a partir do Medical Subject Headings da U.S. National Library of Medicine. Foram considerados trabalhos publicados entre 2010 e 2018, nos idiomas inglês e português.

2.3 Análises de dados

A busca dos artigos foi realizada em quatro etapas:

1. Busca dos artigos utilizando-se as palavras-chave supracitadas;
2. Leitura dos títulos dos estudos;
3. Leitura dos resumos dos artigos;
4. Leitura do artigo na íntegra e seleção dos estudos considerados adequados para fazerem parte da presente revisão.

Os estudos selecionados foram comparados de acordo com a amostra estudada, protocolo de suplementação e de treino e resultados encontrados.

A sistematização da busca encontra-se esquematizada na figura 1.

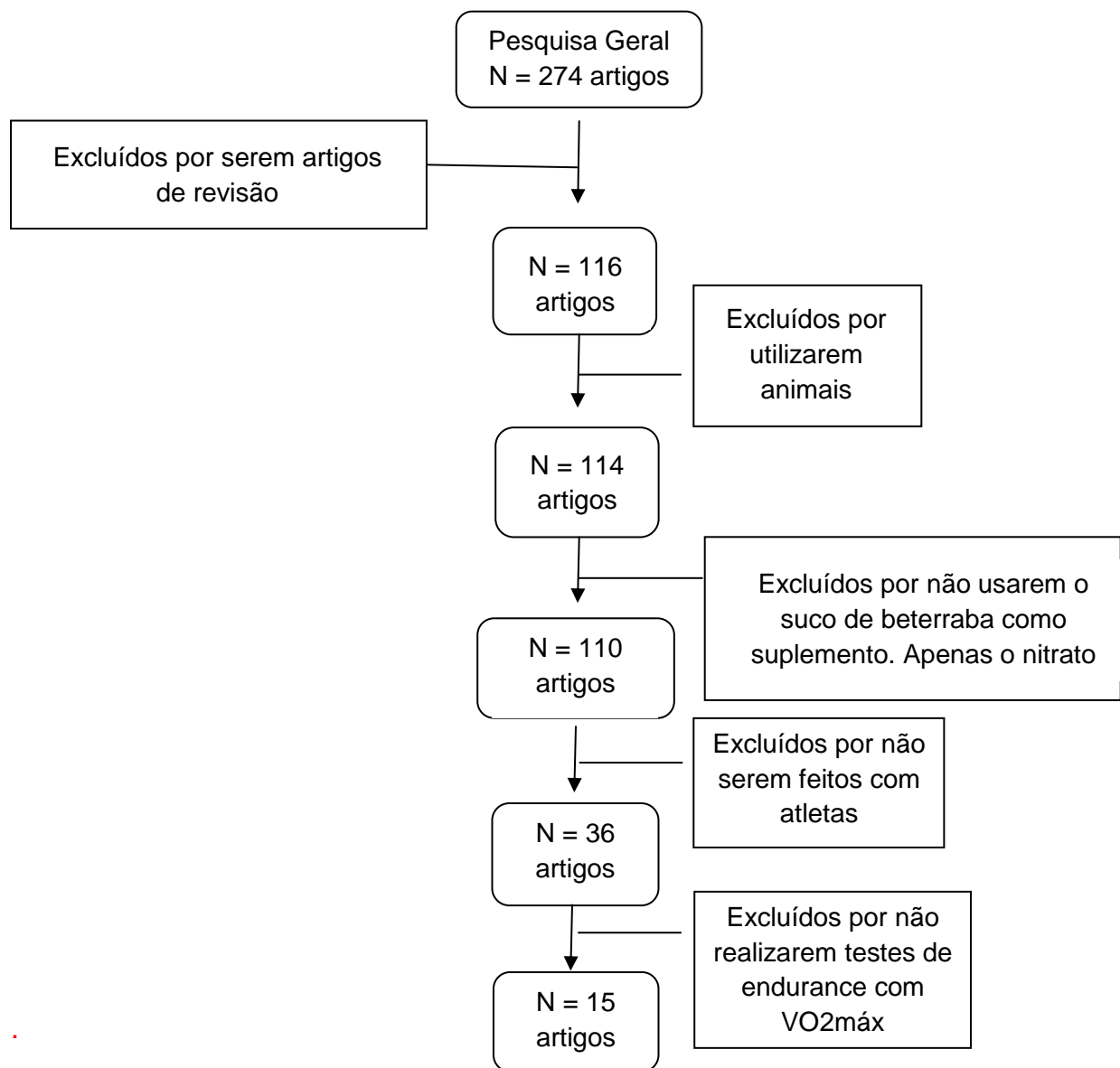


Figura 1. Sistematização da busca.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Considerações sobre o óxido nítrico e sua relação com o esporte

A biossíntese do óxido nítrico (NO) ocorre com o metabolismo da L-arginina no organismo. A L-arginina é um aminoácido essencial e o NO é formado a partir do nitrogênio presente neste aminoácido. Esta reação ocorre sob a atuação da enzima

catalítica sintase do óxido nítrico (NOS) que desencadeia todo o processo de formação (ZAGO, 2006).

A ativação da NOS e a síntese de NO pelas células endoteliais ocorre a partir de estímulos químicos ou físicos presentes nas células endoteliais, como, por exemplo, a acetilcolina, o ATP, e a bradicinina (ZAGO, 2006).

A interação na célula endotelial, promove a formação de inositol trifosfato (IP3) que, por sua vez, induz a liberação de íons Ca^{2+} do retículo endoplasmático, eleva os níveis de Ca^{2+} intracelular, formando o complexo cálcio-camodulina, ativando a enzima NOS que irá atuar na L-arginina, gerando a formação do NO pelo endotélio (NELSON, 2014).

As células endoteliais comportam-se de forma dinâmica e respondem às alterações tanto dos estímulos físicos (shear stress) quanto aos estímulos químicos, promovendo a síntese e liberação de substâncias vasoativa (ZAGO, 2006).

Quando o NO é liberado das células endoteliais para a musculatura lisa do vaso sangüíneo irá ativar uma enzima catalítica, a guanilato ciclase solúvel (GCs). Essa ativação é feita pelo acoplamento do NO com o grupamento heme desta enzima, o que irá formar o monofosfato de guanosina cíclico (GMPc), a partir da quebra do trifosfato de guanosina (GTP) (NELSON, 2014).

A formação do GMPc promove a ativação da bomba de cálcio dentro da célula muscular lisa, diminuindo as concentrações de cálcio intracelular que promoverá a redução do tonus vascular. Outros mecanismos pelos quais a via NO/GMPc induz vasodilatação incluem desfosforilação da cadeia leve de miosina, inibição do influxo de Ca^{2+} , ativação de proteínas quinases, estimulação da Ca^{2+} -ATPase de membrana e abertura de canais de K. Ou seja, o aumento intracelular de GMPc em vasos sangüíneos induz o relaxamento do músculo liso vascular, e conseqüentemente, à vasodilatação. Em plaquetas, a formação de GMPc irá inibir a agregação plaquetária. No rim, isso desencadeará um aumento da excreção renal de sódio e a conseqüente perda de água e diminuição do volume sangüíneo (NELSON, 2014).

Na figura 2 é possível observar a atuação das substâncias supracitadas envolvidas no processo de vasodilatação.

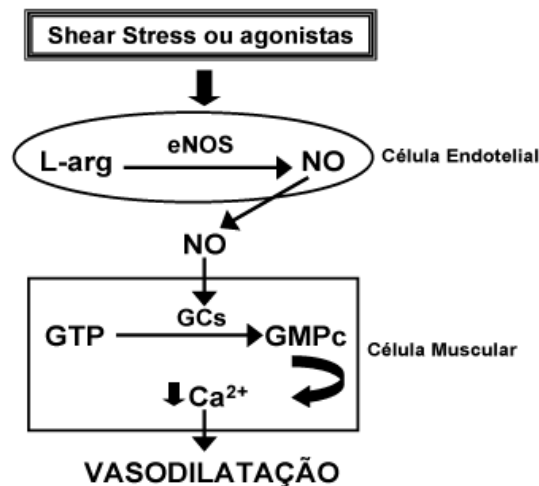


Figura 2. Esquema ilustrativo da síntese, liberação e ação do ON e o papel da eNOS na sua produção (ZAGO, 2006).

Portanto, nota-se que existe um mecanismo de ação bioquímico que explicaria uso da suplementação do suco de beterraba como alimento fonte de nitrato, sendo que ao fazer uso dessa suplementação espera-se que o resultado seja o mesmo ou semelhante ao mecanismo de síntese do óxido nítrico presente no organismo.

3.2 Estudos experimentais acerca da utilização do Nitrato como vasodilatador.

Mediante a utilização dos descritores para busca dos manuscritos, bem como a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão 15 manuscritos foram selecionados para fazerem parte da presente revisão, onde buscaram mostrar a relação entre a suplementação do suco de beterraba, nitrato, com a melhora no desempenho físico (utilizando o VO2 máximo como marcador), e a diminuição da pressão arterial em atletas. Participaram destes estudos atletas treinados, do sexo masculino e feminino, sendo eles praticantes de exercícios de endurance como ciclistas, corredores e nadadores ou atletas de treinamento resistido como no estudo de Whitfield et al. (2016).

Em se tratando de protocolo de suplementação, 7 estudos compararam suco de beterraba com placebo e outros estudos como, Boorsma et al. 2014, analisou o uso crônico da suplementação em um protocolo de 8 dias. No estudo de Kelly e Masschelein (2012), foi analisado a suplementação do nitrato em hipóxia, já nos

estudos de Handzlik (2013), Glaister (2015) e Lane (2014) os atletas também foram suplementados com cafeína juntamente com o suco de beterraba.

Os protocolos de suplementação dos estudos variaram de 5,8 mmol até 8,4 mmol de nitrato presente na suplementação de suco de beterraba, conforme apresentado na tabela 1 abaixo. O protocolo de treinamento também variou de acordo com o tipo de exercício praticado pelos atletas.

Tabela 1. Estudos experimentos que avaliaram o efeito da suplementação do suco da beterraba sobre o desempenho esportivo.

Autor/ano	Participantes antes	Tipo de experimento	Protocolo de suplementação	Protocolo de treinamento	Resultados
Murphy et al. 2012	Homens (n: 5) Mulheres (n: 6), atletas treinados	T1: Placebo T2: Suco de beterraba	T2: 70 ml de suco de beterraba (7 mmol nitrato) (150 min antes do treino)	Teste de exercício de endurance (corrida) em hipóxia (4000 m). Teste de 10 km em hipóxia (2500 m)	Sem diferenças significativas
Cermak et al. 2012	Homens, ciclistas treinados s- triatletas (n: 13)	T1: Placebo T2: Suco de beterraba	T2: 140 mL de suco de beterraba (8 mmol nitrato) (6 dias)	Teste de exercício de endurance (bicicleta) 30min em 45% + 30min em 65% + teste de 10 km.	Houve melhora nos parâmetros respiratórios, VO ₂ .
Whitfield et al. 2016	Homens, atletas treinados (n: 13)	T1: Placebo T2: Suco de beterraba	T2: 280 mL de suco de beterraba (6.5 mmol nitrato) por 7 dias. T1: Control	Exercícios de força com pico de concentração 20 min (10 min to 10 min 50% + 70% VO ₂ max):	Houve melhora nos parâmetros respiratórios, VO ₂ .
Thompson et al. 2014	Homens, atletas treinados (n: 16)	T1: Placebo T2: Suco de beterraba	T2: 450 mL suco de beterraba (5 mmol nitrato) (115 min antes do treino)	Teste de exercício de endurance (bicicleta) 40 min [20 min em 50% VO ₂ max + 20 min em 70% VO ₂ max] + até exaustão em 90% VO ₂ max.	Houve melhora nos parâmetros respiratórios, pressão sanguínea e oxigenação muscular, além de uma melhora cognitiva.
Pinna et al. 2014	Homens, nadadores treinados	T1: Placebo T2: Suco de beterraba	T2: 500 ml suco de beterraba (5.5mmol nitrato) (6 dias)	Teste de endurance, natação. (De 3.000 a 5.000 metros)	Houve diminuição no custo aeróbico de energia, melhorou a

	s(n: 16)				utilização do O ₂ .
MacLeod et al. 2015	Homens , ciclistas treinados - triatletas (n: 13)	T1: normoxia + suco de beterraba T2: normoxia + placebo, T3: hypoxia (2500 m) + suco de beterraba, T4: hypoxia (2500 m) + placebo	T1: suco de beterraba 70 mL (6.5 mmol nitrato) (120 min antes do treino) T3: suco de beterraba 70 mL (6.5 mmol nitrato) (120 min antes do treino)	Teste de exercício de endurance (bicicleta) 15 min 50% + teste MAP 10 km: parâmetros respiratórios, performance (10 km), HR	Sem diferenças significativas
Arnold et al. 2015	Homens , corredores treinados (n: 10)	T1: Suco de beterraba (n: 5), T2: placebo (n: 5)	T1: suco de beterraba 70 mL (7 mmol nitrato) (150 min antes do treino)	Teste de endurance em hipóxia (4000 m). Teste de corrida de 10 km em hipóxia (2500 m)	Sem diferenças significativas
Boorsma et al. 2014	Homens , atletas de elite treinados (n: 10)	T1: 1 dia suco de beterraba, T2: 1 dia placebo, T3: 8 dias suco de beterraba, T4: 8 dias placebo	T1: 210 mL suco de beterraba (6.5 mmol nitrato) (150 min antes do treino), T2: placebo (150 min antes), T3: 210 mL suco de beterraba (6.5 mmol nitrato) (8 dias), T4: placebo (8 dias)	Teste de corrida 19 min (7 min 50% VO ₂ max + 7 min 65% + 5 min 80%) + Corrida de 1500 m: parâmetros respiratórios (test 19 min), performance (test 1500 m)	Sem diferenças significativas
Kelly et al. 2014	Homens , ciclistas treinados (n: 12)	T1: normoxia + suco de beterraba, T2: normoxia + placebo, T3: hypoxia (2500 m) + suco de beterraba, T4: hypoxia (2500 m)	T1: suco de beterraba 140 mL (8.4mmol nitrato) (3 dias), T3: suco de beterraba 140 mL (8.4 mmol nitrato) (3 dias)	Teste de endurance 5 min 80% + 5 min a 75% + tempo de exaustão 75%	Houve melhora nos parâmetros respiratórios e oxigenação muscular.
Masschelein et al. 2012	Homens , atletas treinados (n: 15)	T1: normoxia + suco de beterraba uso crônico, T2: normoxia + placebo, T3: hipóxia (5000 m) + suco de beterraba uso crônico,	T1: suco de beterraba 500 mL (0.7 mmol nitrato/kg) (6 dias), T3: 70 mL suco de beterraba (0.7 mmol nitrato/kg) (6 dias)	Teste de endurance 20 min 45% VO ₂ max + teste incremental	Houve melhora nos parâmetros respiratórios, desempenho .

		T4: hypoxia (5000 m) + placebo			
Handzlik et al. 2013	Homens ciclistas treinados (n: 15)	T1: suco de beterraba + cafeína, T2: cafeína + placebo, T3: suco de beterraba + placebo, T4: placebo	T1: 140 mL suco de beterraba (8 mmol nitrato) (90 min antes do treino) + 5 mg·kg ⁻¹ de cafeína (60 min antes), T2: 5 mg·kg ⁻¹ of cafeína (40 min antes), T3: 2x70 mL suco de beterraba (8 mmol nitrato) (90 min antes)	Teste de endurance 30 min 60% + teste de exaustão em 80% do VO2max	Houve melhora nos parâmetros respiratórios, desempenho .
Glaister et al. 2015	Mulheres treinadas ciclistas e triatletas (n: 14)	T1: suco de beterraba + cafeína, T2: cafeína + placebo, T3: suco de beterraba + placebo, T4: placebo	T1: suco de beterraba 70 mL (7.3 mmol nitrato) (150 min antes) + 5 mg·kg ⁻¹ de cafeína (60 min antes), T2: 5 mg·kg ⁻¹ of cafeína (60 min antes), T3: suco de beterraba 70 mL (7.3 mmol nitrato) (150 min antes)	Teste de endurance 20 km	Sem diferenças significativas
Lane et al. 2014	Homens (n: 12) e Mulheres W(n: 12), treinados, ciclistas e triatletas (n: 24)	T1: suco de beterraba + cafeína, T2: cafeína + placebo, T3: suco de beterraba + placebo, T4: placebo	T1: 140 mL suco de beterraba (8.4 mmol nitrato) (8–12 h antes) + 3 mg·kg ⁻¹ of cafeína (60 min antes), T2: 3 mg·kg ⁻¹ of cafeína (40 min antes) T3: 140 mL suco de beterraba (8.4 mmol nitrato) (8–12 h antes)	Teste de endurance de 43.83 km para homens e 29.35 km para mulheres.	Houve melhora no desempenho .
Puype et al. 2015	Homens treinados atletas (n: 22)	T1: Suco de beterraba (n: 11), T2: placebo (n: 11)	6 semanas: T1: 500 mL suco de beterraba (5.8 mmol nitrato) + treinamento em hipóxia (4000	Teste progressivo 30 min	Houve melhora nos parâmetros respiratórios, desempenho , VO2 e

			m), T2: placebo + treinamento em hipóxia (4000 m)		lactato
Betteridge et al. 2016	Homens , treinado s atletas (n: 8)	T1: suco de beterraba, T2: suco de beterraba + Bochecho com carboidratos, T3: placebo	T1: 140 mL de suco de beterraba (8 mmol nitrato) (150 min antes), T2 suco de beterraba 140 mL (8 mmol nitrato) + Bochecho com carboidratos (150 min antes)	Teste de endurance 60 min em 65% VO2max.	Sem diferenças significativas

Com base na tabela pode-se observar que alguns estudos apresentaram melhora nos biomarcadores de fadiga, como melhora do VO2 máximo, lactato, diminuição da utilização de O2 e melhora da performance de atletas, dentre os 15 estudos analisados pode-se constatar que em 60% dos estudos houveram uma melhora no desempenho esportivo dos atletas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora a utilização da beterraba como suplemento venha sido questionada, alguns estudos mostram a eficácia desse suplemento para a melhoria dos biomarcadores relacionados ao desempenho do atleta e a utilização do O₂. A significativa redução na utilização do VO₂ máximo e melhora nos níveis de lactato sugerem que esta é uma possível estratégia a ser utilizada como suplementação esportiva de atletas de alto desempenho. É necessário ressaltar que, apesar dos resultados positivos apresentados com relação ao uso do suco de beterraba como recurso vasodilatador, deve-se sempre levar em consideração a individualidade de cada atleta do tipo de treinamento e sua tolerância ao nitrato e a quantidade a ser suplementado, o que deve ser analisado junto ao nutricionista.

Por fim, observa-se que são necessários mais estudos com quantidades mais específicas de nitrato e técnica dietética de preparo do suco de beterraba para que seja possível considerar a beterraba como um alimento a ser suplementado em atletas.

REFERÊNCIAS

1. ARNOLD, J.; JAMES, L.; JONES, T.; WYLIE, L.; MACDONALD, J. Beetroot juice does not enhance altitude running performance in well-trained athletes. **Appl. Physiol. Nutr. Metab.** v.6, n.40, 2015.
2. BETTERIDGE, S.; BESCÓS, R.; MARTORELL, M.; PONS, A.; GARNHAM, A.P.; STATHIS, C.C.; MCCONELL, G.K. No effect of acute beetroot juice ingestion on oxygen consumption, glucose kinetics, or skeletal muscle metabolism during submaximal exercise in males. **J. Appl. Physiol.** v.4, n. 120, 2016.
3. BOORSMA, R.K.; WHITFIELD, S.L. Beetroot Juice Supplementation Does Not Improve Performance of Elite 1500-m Runners. **Med. Sci. Sports Exerc.** v.12, n.46, 2014.
4. CERMAK, N.; GIBALA, M.; VAN LOON, J. Nitrate Supplementation's Improvement of 10-km Time-Trial Performance in Trained Cyclists. **Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.** v.22, n.1, 2012.
5. DOMÍNGUEZ, RAÚL ET AL. Effects of Beetroot Juice Supplementation on Cardiorespiratory Endurance in Athletes. A Systematic Review. **Nutrients**, v.9, n.1, 2017.
6. GLAISTER, M.; PATTISON, J.R.; MUNIZ-PUMARES, D.; PATTERSON, S.D.; FOLEY, P. Effects of dietary nitrate, caffeine, and their combination on 20-km cycling time trial performance. **J. Strength Cond. Res.** v.1, n. 29, 2015.
7. GUERRA, I.; BIESEK, S.; ALVES, L. **Estratégias de Nutrição e Suplementação No Esporte**: 3ª ed.: Editora: Manole, 2015.
8. HANDZLIK, L.; GLEESON, M. Likely Additive Ergogenic Effects of Combined Preexercise Dietary Nitrate and Caffeine Ingestion in Trained Cyclists. **ISRN Nutr.** 2013.
9. KELLY, J.; VANHATALO, A.; BAILEY, S.J.; WYLIE, L.J.; TUCKER, C.; LIST, S.; WINYARD, P.G.; JONES, A.M. Dietary nitrate supplementation: Effects on plasma nitrite and pulmonary O₂ uptake dynamics during exercise in hypoxia and normoxia. **Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.** v.7, n.307, 2014.

10. LANE, S.; HAWLEY, J.; DESBROW, B.; JONES, A.M.; BLACKWELL, J.; ROSS, M.L.; ZEMSKI, A.J.; BURKE, L.M. Single and combined effects of beetroot juice and caffeine supplementation on cycling time trial performance. **Appl. Physiol. Nutr. Metab.** v.9, n. 39, 2014.
11. MACLEOD, K.E.; NUGENT, S.F.; BARR, S.; KHOELE, M.S.; SPORER, B.C.; MACLNNIS, M.J. Acute Beetroot Juice Supplementation Does Not Improve Cycling Performance in Normoxia or Moderate Hypoxia. **Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.** n. 25, v. 3, 2015,
12. MASSCHELEIN, E.; VAN THIENEN, R.; WANG, X.; VAN SCHEPDAEL, A.; THOMIS, M.; HESPEL, P. Dietary nitrate improves muscle but not cerebral oxygenation status during exercise in hypoxia. **J. Appl. Physiol.** v.5, n.113, 2012.
13. NELSON, D. L.; COX, M. M. Lehninger: Princípios de Bioquímica. 6ª ed., **Sarvier**, 2014.
14. PINNA, M.; ROBERTO, S.; MILIA, R.; MARONQUIU, E.; OLLA, S.; LOI, A.; MIGLIACCIO, G.M.; PADULO, J.; ORLANDI, C.; TOCCO, F.; ET AL. Effect of beetroot juice supplementation on aerobic response during swimming. **Nutrients.** n. 6, v. 2, 2014.
15. PUYPE, J.; RAMAEKERS, M.; THIENEN, R.; DELDICQUE, L.; HESPEL, P. No effect of dietary nitrate supplementation on endurance training in hipoxia. **Scand. J. Med. Sci. Sports** v.2, n. 25, 2015.
16. THOMPSON, K.; TURNERB, L.; PRICHARDB, J.; DODDB, F.; KENNEDYB, D.; HASKELLB, C.; BLACKWELL, J.R.; JONES, A.M. Influence of dietary nitrate supplementation on physiological and cognitive responses to incremental cycle exercise. **Respir. Physiol. Neurobiol.** v.193, n.1, 2014.
17. WHITFIELD, J.; LUDZKI, A.; HEIGENHAUSER, G.; SENDEN, S.; VERDIJK, L.; VAN, L.; SPRIET, L.L.; HOLLOWAY, G.P. Beetroot juice supplementation reduces whole body oxygen consumption but does not improve indices of mitochondrial efficiency in human skeletal muscle. **J. Physiol.** v.594, n.2, 2016.
18. WILKERSON, D.P.; HAYWARD, G.M.; BAILEY, S.J.; VANHATALO, A.; BLACKWELL, J.R.; JONES, A.M. Influence of acute dietary nitrate supplementation on 50 mile time trial performance in well-trained cyclists. **Eur. J. Appl. Physiol.** v.112, n.12, 2012.

19. ZAGO, ANDERSON SARANZ; ZANESCO, Angelina. Óxido nítrico, doenças cardiovasculares e exercício físico. **Arq. Bras. Cardiol.** São Paulo , v. 87, n. 6, 2006.